

学校编码: 10384

学号: 200428020

分类号____密级____

UDC____

廈門大學

硕士学位论文

交通事件的视频检测算法研究与实践

Video Detection Algorithm Research and Practice of
Traffic Incident

杨 一 麟

指导教师姓名: 杨 晨 晖 教授

专 业 名 称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2007 年 4 月

论文答辩时间: 2007 年 月

学位授予日期: 2007 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

交通事件检测系统在智能交通系统中有着重要的意义。交通事件检测的方法有很多，其中视频检测是近几年发展最为迅速的技术之一。因为它具有安装方便、覆盖范围大、效果好等特点，所以已经成为智能交通系统领域的一个研究热点。

本文围绕对交通事件视频检测系统的实现，研究了一些车辆检测和跟踪的方法，提出了一些新的算法。主要的工作和贡献有：

[1] 运动车辆的检测。针对不同的情况，本文运用了两种不同的背景初始化方法，然后采用一种动态更新背景的方法对背景进行实时的更新。运用背景差分、膨胀腐蚀和连通性的判断对车辆进行粗定位。实验表明，综合应用这些方法能够取得较为满意的结果。

[2] 运动车辆的跟踪。本文提出了一种基于时域和车辆模板相似度匹配的算法。该算法结合车辆检测过程中得到的车辆位置，完成对车辆的跟踪，同时对这个过程中遇到的车辆互相遮挡、分裂等情况采取了不同的策略。最后利用跟踪信息对车辆统计和逆行等交通事件进行了检测。实验表明，这种跟踪算法能够对车辆进行跟踪并且有较好的稳定性，并使得交通事件的检测结果较为准确。

[3] 十字路口的交通事件检测。针对十字路口的复杂状况和系统的实时要求，本文提出了一种基于虚拟线圈和车尾跟踪的检测方法，充分利用车尾部的特征，完成了车辆数目、车速、闯红灯、超速等交通事件的检测和判断。实验表明，该算法满足实时性要求，同时又能较为准确的检测到交通事件。

关键字：智能交通；车辆检测；车辆跟踪；

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Traffic incidents detection system plays an important role in the intelligent transportation system. There are many methods to detect the traffic incidents and the video detection method is one of the most rapidly developing technologies in recent years. Due to installation convenience, large detection coverage and high effectiveness, the video detection method is becoming a hotspot in the research field of intelligent transportation system.

In this paper, we study several vehicle detecting and tracking methods and propose some novel algorithms aimed at the implementation of traffic incidents detection. Our works mainly focus on the following aspects:

[1] Detection of the moving vehicles. We use two different methods to initialize the background first and then update it dynamically. By the background subtraction, dilation, erosion and connectivity judgment method, the vehicles can be located. The experiments show that our algorithms' performances are satisfactory.

[2] Tracking of the moving vehicles. We propose a tracking algorithm which based on the time and vehicle template characteristics to track the vehicles, which combines the vehicle location computed during the detection of vehicles. Meanwhile, we provide different strategies to solve different cases such as the disturbed vehicle, the incomplete vehicle shape, and so on. At last, we realize the detection of converse and vehicle flow by using tracking information. The experiment results show that our algorithm works effectively and stably in the vehicles tracking and the detection results are accurate.

[3] Detection of crossroads traffic incidents. In view of the real time requirement of system and complex condition of crossroad, we propose

a detection algorithm based on the virtual loop and tracking of the rear part of the vehicle. This method can detect and judge traffic incidents such as vehicle flow, vehicle speed, rushing the red light, over speed, etc. The experiment results show that the algorithm satisfies the real time requirement and detects traffic incidents with high accuracy.

Key Word: Intelligent Traffic; Vehicle Detection; Vehicle Tracking;

目录

第一章 绪论	1
1.1. 研究背景及意义	1
1.2. 技术研究现状概要	2
1.3. 论文的主要工作和成果	3
1.4. 论文的组织结构	4
第二章 运动车辆的检测	6
2.1. 引言	6
2.2. 运动检测算法综述	6
2.2.1. 灰度特征法	6
2.2.2. 背景差分法	7
2.2.3. 时间差分法	8
2.2.4. 光流法	9
2.2.5. 其它方法	9
2.3. 车辆目标检测与分割	9
2.3.1. 背景建模	10
2.3.2. 车辆的检测	13
第三章 运动车辆的跟踪	17
3.1. 引言	17
3.2. 跟踪算法综述	17
3.2.1. 基于特征的跟踪	17
3.2.2. 基于区域的跟踪	19
3.2.3. 基于主动轮廓的跟踪方法	19
3.2.4. 基于模型的跟踪方法	20
3.3. 路径连贯性理论	21
3.3.1. 路径连贯性函数	21
3.3.2. 路径偏差函数	23
3.4. 车辆目标跟踪	23
3.4.1. 车辆跟踪系统流程	23
3.4.2. 算法描述和数据结构定义	24
3.4.3. 已知车辆位置的估算和候选车辆的选定	25
3.4.4. 车辆相似度匹配	26
3.4.5. 遮挡及分裂处理	27
3.4.6. 更新已知车辆序列	29
3.4.7. 交通事件的检测	30
3.5. 实验结果与分析	31
3.5.1. 实验参数设置	31

3.5.2.	车辆跟踪实验	31
3.5.3.	实验结论	32
第四章 基于虚拟线圈和车尾跟踪的十字路口交通事件检测		34
4.1.	引言	34
4.2.	系统流程和数据结构	35
4.3.	车道参数的初始化	37
4.3.1.	检测区和跟踪区的设置	37
4.3.2.	检测区的背景建模	38
4.3.3.	检测区的初始化	40
4.3.4.	检测区背景实验	42
4.4.	检测区内的车辆检测	42
4.5.	车辆的尾部跟踪	44
4.5.1.	车辆的简单计数	44
4.5.2.	车辆尾部的特征	45
4.5.3.	车辆尾部的检测与跟踪	45
4.6.	车辆离开的判断	49
4.7.	交通参数和交通事件的检测	49
4.7.1.	车辆数统计	50
4.7.2.	车辆速度的检测	50
4.8.	实验结果与分析	51
4.8.1.	实验参数设置	51
4.8.2.	交通事件检测实验	51
4.8.3.	实验结论	54
第五章 结论与展望		55
5.1.	主要研究工作总结	55
5.2.	后续研究方向	55
5.3.	展望	56
参考文献		57
硕士在读期间科研成果介绍		61
致谢		63

Contents

Chapter 1	Introduction.....	1
1.1.	Background and Significance of The Subject.....	1
1.2.	Brief Introduction of The State-of-the-art Researches	2
1.3.	Main Work and Productons.....	3
1.4.	Framework	4
Chapter 2	Detection of Moving Vehicles.....	6
2.1.	Introduction.....	6
2.2.	Methods of Moving Object Detection	6
2.2.1.	Grey Ccharacteristic.....	6
2.2.2.	Background Subtraction.....	7
2.2.3.	Temporal Difference	8
2.2.4.	Optical Flow.....	9
2.2.5.	Other Methods	9
2.3.	Detection and Segmentation of Vehicles	9
2.3.1.	Background Model Building.....	10
2.3.2.	Detection of Vehicles	13
Chapter 3	Tracking of Moving Vehicles	17
3.1.	Introduction.....	17
3.2.	Methods of Moving Object Tracking	17
3.2.1.	Tracking Based on Characteristic	17
3.2.2.	Tracking Based on Region.....	19
3.2.3.	Tracking Based on Active Contour.....	19
3.2.4.	Tracking Based on Model.....	20
3.3.	Theory of Coherence.....	21
3.3.1.	Path Coherence Function	21
3.3.2.	Deviation Function.....	23
3.4.	Tracking of Vehicles	23
3.4.1.	Flow Chart of Tracking Vehicles System	23
3.4.2.	Algorithms Description and Data Structure definition.....	24
3.4.3.	Known Vehicles Position Estimate and Candidate Vehicles Selection.....	25
3.4.4.	Vehicles Similarity Match	26
3.4.5.	Processing of Hided Vehicles or Incomplete Vehicles	27
3.4.6.	Update the Known Vdhicles Sequence	29
3.4.7.	Detection of Traffic events.....	30
3.5.	Experimental Results and Analysis	31

3.5.1.	Setting of Experiment Parameters	31
3.5.2.	Experiment of Vehicle Tracking	31
3.5.3.	Result of Experiment	32
Chapter 4 Crossroads Traffic Events Detection Based on Virtual		
Loop and Vehicle Tail Tracking		34
4.1.	Introduction	34
4.2.	Flow Chart and Data Structure	35
4.3.	Roadway Parameters Initialization	37
4.3.1.	Setting of Detection Region and Tracking Region	37
4.3.2.	Background Model Building of Detection Region	38
4.3.3.	Detection Region Initialization	40
4.3.4.	Experiment about Detection Region	42
4.4.	Vehicles Detection in Detection Region	42
4.5.	Tracking of Vehicles Tail	44
4.5.1.	Simple Count of Vehicles	44
4.5.2.	Characteristics of Vehicle	45
4.5.3.	Detection and Tracking of Vehicles Tail	45
4.6.	Judgement of Vehicles Leave	49
4.7.	Detection of Traffic Parameters and Traffic events	49
4.7.1.	Detection of Traffic Flow	50
4.7.2.	Detection of Vehicles Speed	50
4.8.	Experimental Results and Analysis	51
4.8.1.	Setting of Experiment Parameters	51
4.8.2.	Experiment of Traffic incidents Detection	51
4.8.3.	Result of Experiment	54
Chapter 5 Conclusions and Future Work		55
5.1.	Conclusions	55
5.2.	Propositions for The Future Researches	55
5.3.	Outlook	59
References		57
Research Productions		61
Acknowledgment		63

第一章 绪论

1.1. 研究背景及意义

近年来，由于经济的快速发展，道路交通迅速发展，机动车辆的保有量迅速攀升，而相应的交通基础设施、交通法规普及教育和智能化交通管理系统的建设相对滞后，对交通管理提出了新的挑战。为了解决地面交通快速发展所引发的各种问题，智能交通系统（ITS, Intelligent Traffic System）的研究被提到了重要位置。许多国家就发展智能交通系统做出了长远规划。部分已经研制成功的智能交通系统技术投入使用后取得了良好的效果和收益。我国早在 70 年代就将电子技术和信息技术应用于交通运输领域。但 90 年代才引入智能交通系统的概念。现在，智能交通系统已经成为交通行业研究的热点。

智能交通系统^[1]是指利用信息技术对交通进行最有效和最理想的管理和指挥的一系列软硬件的有机结合体。它通过信息处理、通信、控制、电子等先进技术，使人、车、路更加协调地结合在一起，减少交通事故、阻塞和污染，从而提高交通运输效率及生产率的综合系统。智能交通系统不单指某种或某几种技术，更代表了一种全新的理论和思维方式，是人们对提高交通运输效率进行探索的最新成果。智能交通系统是从根本上解决日益膨胀的地面交通的诸多困难而出现的一个新的技术领域，它是以信息技术为代表的高新技术在道路运输中的集成应用，是先进的信息技术、数据传输技术、控制技术及计算机处理技术等技术结合应用的综合管理系统。

智能交通系统可以为交通部门及时、准确的提供交通信息，从而使交通管理控制系统有效的适应各种交通状况，运用多种控制系统，在相对宏观的高度合理疏导或者调配运力，从而最大效能的发挥交通管理系统在交通监视、交通控制、出入控制、救援管理等方面的准确性和调控性。

在智能交通系统中，交通监控是交通管理智能化的前提，建立交通自动监控系统也就成为交通管理智能化的首要任务。交通自动监控系统的主要目标是获取道路信息以及车辆行为信息，即交通事件，其中包括车流量、车速、车间距、车辆类型、道路占有率、车辆违法信息、交通事故检测、道路气象、道路

施工、视频监视图像等，主要侧重于对道路的宏观调控和对道路违章行为的治理，对城市交通发展规划有着十分重要的意义。

1.2. 技术研究现状概要

随着传感器技术，微电子技术和信息处理技术等的发展，交通检测技术也得到了较大发展。目前，交通流参数检测的方法有很多，按其基本工作原理可分为电磁感应式，电接触式，光电式，超声波式，红外线式等多种类型，其中应用比较多的检测器主要有环形线圈检测、微波检测器、超声波检测器、视频检测器等。

环形检测器是过去在交通检测系统中应用最为广泛的检测器。它的工作原理是将其设置在上游距离停车线 10-30 米处，当车辆通过时，检测器的电气特性发生变化，从而可测定车流交通信息。它的优点是极佳的记数精度，技术成熟，成本较低，安装方便。缺点是受环境影响比较大，可靠性和使用寿命强烈依赖安装过程，安装维护时，中断交通，降低道路的使用寿命，易受到重型车辆，道路维修及设施更换的影响。

微波检测器是利用雷达线性调频技术原理，对路面发射微波，通过对回波信号进行高速实时的数字化处理分析，检测车流量、占有率、速度和车型等交通流基本信息。其优点是在恶劣气候条件下能保持较好的性能，能检测停止车辆，可设在路边对多车道进行检测。缺点是在前视模式中，需要窄带天线，以保证投射面在车道内，分辨率低，目前应用于交通检测的微波雷达分辨率约 2 米左右。

超声波检测器也是运用反射原理，发射器从顶部发出超声波，当有车辆通过时，接收器接收到回波的时间是不一样的，据此判断是否有车通过。其优点是体积小，易于安装。缺点是温度波动，气流波动，易造成性能恶化，只能测量单车道。

视频检测器是最近 5 年在交通检测系统中最为流行的检测器。它相比于其他检测器有如下优点：

- [1] 检测参数多：从视频信号中可以提取大区域范围内的多种交通参数，并可提取一些采用其它方法难于检测到的全局参数。

[2] 检测范围大：一路视频信号可以覆盖多个车道，实现大区域范围的交通流检测。

[3] 安装简便，维护方便：安装时不需破坏路面；无须干扰正常交通，就可完成检测器的重新设置；无须因道路路面维修而中断交通检测。

[4] 可扩展性强：交通流参数可以存贮在视频车辆检测系统内部，以备将来查询；可提供视频图像，具备了交通事故管理的潜在能力。

到目前为止，在交通视频监控及其相关领域做出了比较突出的贡献的研究小组有：

英国雷丁大学计算机系的 VIEWS 项目组^[2]；

德国卡尔斯鲁尔大学计算机系 H. H. Nagel 博士领导的研究组^[3, 4]；

美国伯克利大学计算机系的 ROADWATCH 项目组^[5, 6]；

美国卡耐基梅隆大学和马里兰大学等参与的 VSAM 项目组^[7]；

美国康奈尔大学计算机系 Daniel Huttonlocher 教授领导的研究组^[8, 9]；

加拿大英属哥伦比亚大学计算机系 David Lowe 教授领导的研究组^[10, 11]。

1.3. 论文的主要工作和成果

本文的研究工作依托于厦门高校电子信息技术有限公司的福州电子警察项目，主要目的是实现一个交通事件视频检测系统，能够对道路上的车流量进行统计，对车辆的速度进行估计，对车辆的违章行为（主要是逆行和闯红灯行为）进行判断。

首先本文对于一般道路上的交通事件特点进行分析，提出了一个适用于普通道路的交通事件视频检测算法。该算法主要包括车辆检测、车辆跟踪、交通事件检测三个部分，能够对车流量、逆行等交通事件进行检测。具体结构如图 1.1:

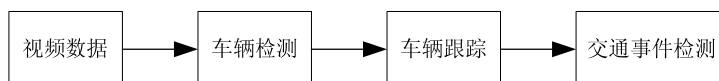


图 1.1: 一般道路交通事件视频检测系统框图

其次，对于十字路口的特殊情况，本文又提出了一种基于虚拟线圈和车尾跟踪的交通事件视频检测算法，它主要包括检测区的车辆确定，跟踪区域的车尾跟踪，综合两者信息的交通事件视频检测三部分，能够完成车流量、车速、闯红灯、超速等交通事件的检测。具体结构如图 1.2：

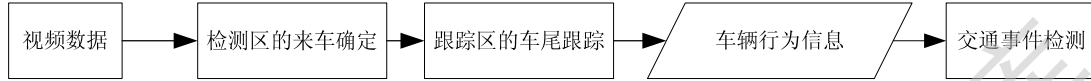


图 1.2：十字路口交通事件视频检测系统框图

上面的两个算法分别针对普通道路和十字路口的特点提出，经过实验证明，都能对指定的交通事件能够做到较为准确的检测，效果良好。

1.4. 论文的组织结构

第一章绪论部分首先概述了智能交通系统及交通违法事件检测系统的应用背景和对现代城市建设的重要意义，说明了交通自动监控系统所发挥的重要作用；然后从技术角度简要的综述了国内外目前的一些研究现状。最后对本文的主要工作和取得成果进行简要介绍。

第二章运动车辆的检测，从阐述运动目标检测与分割的内涵入手，介绍了常用的运动检测方法：灰度特征法、背景差分法，时间差分法、光流法以及其他一些方法；然后提出了一种有效的背景建模方法，阐述了背景的初始化和背景维护的方法；接着利用背景差分、数学形态法得到车辆的区域，最后利用物的体连通性定位车辆的位置，为车辆的跟踪提供一个待匹配的车辆位置列表。

第三章运动车辆的跟踪，首先简要的介绍了运动物体检测的基本概念和整体思路；其次介绍了目前常用的跟踪方法：基于特征的跟踪方法，基于区域的跟踪方法，基于主动轮廓的跟踪方法和基于模型的跟踪方法；接着详细介绍本文提出的基于时域和车辆模板相似度匹配的跟踪算法，给出了算法的流程图以及数据结构，讨论了已知车辆位置估算、候选车辆选择、车辆相似度匹配、遮挡处理、分裂处理以及已知车辆序列更新等基本问题；然后运用跟踪的结果对交通事件进行检测；最后给出了实验结果与分析。

第四章十字路口的交通事件检测。首先介绍了十字路口交通事件检测的重

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库